云 南 植 物 研 究 1999, **21** (2): 207～211
Acta Botanica Yunnanica

国产蔷薇科李亚科的花粉形态*

周丽华 韦仲新 吴征镒
(中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

摘要 本文报道了国产李亚科 (Prunoideae) 10属11种植物花粉形态。花粉近球形至长球形, 极轴20.00～44.12 μm, 赤道轴17.85～36.95 μm。极面观三裂圆形, 赤道面观椭圆形至圆形。具三孔沟, 内孔常为长方形。沟较长, 两端较窄。但在 *Sinoplagiospermum uniflora* 中除了3孔沟外, 还有周孔沟。花粉外壁明显分化为覆盖层和柱状层, 在光学显微镜下表面常模糊, 扫描电镜下外壁纹饰均为条纹状。孢粉学结合形态学和细胞学证据说明本亚科为一单系发生的类群。*Prinsepia utilis* 和 *Sinoplagiospermum uniflora* (*Prinsepia uniflora*) 这两个种在花粉特征和外壁纹饰上差异很大, 从而支持将 *Prinsepia* 和 *Sinoplagiospermum* 分别处理为两个属但不支持将广义的 *Princepia* (含 *Princepia* 和 *Sinoplagiospermum*) 独立为亚科。此外, 由于 *Exochorda* 的外壁纹饰同 Prunoideae 中较原始的类群 (如 *Laurocerasus*) 相近, 结合细胞学和形态学证据, 支持将 *Exochorda* 移置至 Prunoideae 之下。

关键词 花粉形态, 蔷薇科, 李亚科, 系统学研究
分类号 Q 944

Pollen Morphology of Prunoideae of China (Rosaceae)

ZHOU Li - Hua, WEI Zhong - Xin, WU Zheng - Yi
(*Kunming Institute of Botany*, *The Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650204)

Abstract This paper deals with a systematic study of the pollen grains of the Prunoideae (Rosaceae) including the genera *Exochorda*, *Princepia*, *Sinoplagiospermum*, *Amygdalus*, *Ameniaca*, *Cerasus*, *Padus*, *Laurocerasus*, *Pygeum* and *Maddenia* in China. In above genera most species have tricolporate pollen grains. In *Sinoplagiospermum uniflora*, however, a few pollen grains are pericolporate. The shape of pollen grains varies from subspheroidal to prolate and the size varies within (20.00～44.12) μm × (17.85～36.95) μm. Amb 3 - lobed circular in commom. The colpi are usually long but narrow at two ends. The sculpture are striate in all the genera observed (Prunoideae), which means that all the groups should be monophyletic in Prunoideae. Meanwhile the pollen morphological data show that *Princepia utilis* and *Sinoplagiospermum uniflora* have many differences in aperture type and the sculpture of exine. It is reasonable to separate *Sinoplagiospermum* to be an independent genus which is closely related to *Princepia*, but the pollen morphorlogy (and together with other characters of morphology and cytology) rejects to seperate *Princepia* s. l. (including *Princepia* and *Sinoplagiospermum*) from the subfamily. As the pollen sculpture of *Exochorda* is very similar to that of primitive genera in Prunoideae such as *Laurocerasus*, pollen morphology sup-

* 中国科学院生物科学与技术研究特别支持费、中国科学院资环局 KZ951 - A1 - 104 - 03 - 03 项目资助课题
1998 - 09 - 02 收稿, 1998 - 10 - 26 接受发表

ports to put *Exocorda* in the subfamily Prunoideae.

Key words Pollen morphology, Rosaceae, Prunoideae, Systematic study

蔷薇科（Rosaceae）李亚科（Prunoideae）是具有重大经济价值的植物类群，其中既有著名的水果，又有重要的干果和油料，此外许多种具有观赏价值，得到广泛栽培。Prunoideae在Rosaceae的系统发育研究中具有重要意义，且亚科内分族分属存在不同意见，有待来自实验分类学的证据加以论证。有关Rosaceae的孢粉学研究，Erdtman（1952）报道了世界Rosaceae 30属100种植物光学显微水平的孢粉资料，但其中涉及的中国材料极少。王伏雄等（1991）观察了国产Rosaceae 35属46种植物的花粉，除3种作扫描电镜观察外，其余均为光学显微镜观察。蔡继炯等（1986）对国产Rosaceae 15属23种植物的孢粉学资料进行过报道。迄今为止，国产Rosaceae较为系统全面的孢粉学研究尚不多见。结合博士论题“中国特有牛筋条属和栒子属的系统演化”，我们对国产Rosaceae 43属61种植物进行花粉形态研究。本文首先报道国产Prunoideae 10属11种植物扫描电镜花粉形态，以期为Rosaceae的系统演化研究提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料

本研究所使用的材料部分采自中国科学院昆明植物研究所标本馆（KUN）馆藏腊叶标本，部分由作者采自野外。凭证标本现存KUN。详细资料见表1。

表1 孢粉学研究材料及凭证标本一览表

Table 1 List of the matereals and the voucher specimens for palynological study

Taxon	Voucher speciemen	Location
Exochorda racemosa	Hangzhou Bot. Gard. 2003	Hangzhou, Jiangsu
Prinsepia utilis	Li - Hua Zhou	Lijiang, Yunnan
Sinoplagiospermum uniflora (*Prinsepia uniflora*)	Team of Tiaohe 3047	Huichuan, Gansu
Amygdalus davidiana	Yang Chao - guang 662	Zhuolu, Hebei
Ameniaca mume	Cheng Jie 1093	Tengchong, Yunnan
Cerasus cerasoides	Cheng Jie 460	Luxi, Yunnan
Padus nepaulensis	Lijiang Bot. Gard. 100039	Lijiang, Yunnan
Laurocerasus undulata	Team of Dulong River 584	Gongshan, Yunnan
Pygeum lancilimbum	Feng 11889	Sichou, Yunnan
Maddenia hypoxantha	Sun S. L. 2225	Ermeishan, Sichuan

1.2 方法

花粉制备采用G.Erdtman醋酸酐分解法。花粉经酸解处理后，首先制作花粉装片，在光学显微镜下观察花粉形状，萌发孔及外壁纹饰，测量花粉极轴和赤道轴的长度，取15粒花粉平均值，以最小值至最大值表示变异幅度。花粉形态描述按照王伏雄等（1991）的术语进行。扫描电镜样品制备方式为：经分解的花粉以蒸馏水洗涤两次，然后用30%至100%酒精逐级脱水，最后将酒精花粉混合液滴于样品台上，喷金后于KYKY Amray - 1000B型电镜下观察照相，使用的加速电压为30 kV。

2 观察结果

本亚科花粉呈单粒存在。按照 Erdtman（1952）的分类标准，花粉大小为中型。花粉近球形至长球形，极轴 20.00~44.12 μm，赤道轴 17.85~36.95 μm。极面观三裂圆形，赤道面观椭圆形至圆形。具三孔沟，但在 *Sinoplangiosperma uniflora*（*Prinsepia uniflora*）中除了3孔沟外，还有周孔沟（6孔沟），内孔常为长方形。沟较长，两端较窄。花粉外壁在光学显微镜下表面常模糊，扫描电镜下外壁纹饰均为条纹状。主要形态特征见表2和图版I和II。

3 讨论

从外部形态看，国产 Prunoideae 是 Rosaceae 中较为单一的类群，因为它们全为木本，具单叶、上位子房、1心皮（每心皮具2个胚珠）等特征。本亚科共有12属，中国产11属，我们研究了其中10属的材料。目前蔷薇科花粉的外壁纹饰主要有穴状、皱波－穴状、穴状－条纹状、条纹状、条纹－刺状、刺状等数种类型（王伏雄等，1991；Hebda *et al*，1988；蔡继炯等，1986；Erdtman，1952）。外壁纹饰在蔷薇科花粉形态分类中具有重要地位，Prunoideae 的这一性状同其它亚科相比表现得较为单一，以往的报道（王伏雄等，1991；蔡继炯等，1986）和我们观察的全部材料，花粉外壁纹饰均为条纹状。国产属中我们没有研究 *Prunus*，但蔡继炯等（1986）曾报道 *Prunus salicina* 的外壁纹饰亦为平行条纹；本亚科北美产的 *Osmaronia* 属，具5心皮，且每心皮各形成一个核果排成一环，据认为是 Prunoideae 中最原始的类群，Erdtman（1952）曾报道它的花粉形态，外壁纹饰亦为条纹状，因此，本亚科的12个属，其外壁纹饰均为条纹状。

Prinsepia utilis 和 *Sinoplagiospermum uniflora* 这两个种，一些作者（Rehder，1915；俞德浚等，1986；Takhtajan，1997.）将其视为 *Prinsepia* 属下的两种，但由于其果核表面结构不同，加之存在间断分布，有些系统学家将其处理为二属（Oliver，1886；Hutchinson，1964；Rauschert，1982；吴征镒，1991；Brummitt，1992；Takhtajan，1995.）。从二者的花粉形态来看，它们之间存在一定差异。*Prinsepia utilis* 为典型的三孔沟结构，而 *Sinoplagiospermum uniflora* 的花粉除了三孔沟之外，还存在周孔沟，部分花粉还形成合沟，有时两沟或三沟于一极会合而在另一极不会合，但有时两极均可见形成合沟。另一方面，二者外壁纹饰尽管都是条纹状，但 *Prinsepia utilis* 的纹理较长，且为平行纹，走向与极轴平行；而 *Sinoplagiospermum uniflora* 的外壁条纹很短，且走向无规则。因此花粉形态特征支持将二者作为两个不同属下的种处理。

Stering（1966）根据心皮和果实的解剖结构将广义的 *Princepia*（含 *Sinoplagiospermum*），独立为一个亚科 Princepioideae。从整个亚科的花粉形态尤其是外壁纹饰所表现出的一致性、再综合其它形态学和细胞学特征（俞德浚，1984；Darlington et Wylie，1955）不难看出 *Prunoideae* 是一个单系发生的类群。故花粉形态不支持将 *Princepia* 与该亚科其他属分开而独立为一个亚科。

表2 李亚科植物的花粉形态资料

Table 2 Pollen Morphology data of Prunoideae

分类群 Taxa	极轴 Polar axis (P) (μm)	赤道轴 Equatorial axis (E) (μm)	极轴/赤道轴 P/E	花粉形状 Pollen Shape	极面观 Amb	萌发孔(沟) Aperture	外壁纹饰 Exine Sculpture	图版 Plate and Figure Number
Exochorda racemosa	24.07 22.30～25.25	22.33 20.4～23.46	1.08	近球形 subspheroida 1	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹交错 striate, striates interlocking	II:20
Prinsepia utilis	28.10 25.50～30.25	26.75 24.99～29.33	1.05	近球形 subspheroida 1	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹弯曲 striate, striate parallel	I:1～3
Sinoplagiospermum uniflora	25.25 22.44～30.35	18.90 17.85～25.50	1.34	长球形 prolate	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟，周孔沟 3-colporate, pericoporate	条纹状，条纹弯曲 striate, striates curved	I:4～7
Amygdalus davidiana	40.69 36.21～44.12	33.20 28.05～36.95	1.26	长球形 prolate	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹平行 striate, striates parallel each other	I:8～10
Armeniaca mume	30.60 26.01～36.47	22.49 22.95～30.60	1.16	长球形 prolate	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹呈纺锤束状 striate, striates in bundled of spindle	II:11～12
Cerasus cerasoides	31.03 26.01～36.98	30.36 28.05～33.15	1.01	近球形 subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹平行 striate, striates parallel each other	II:13～14
Padus nepaulensis	23.77 20.00～26.78	22.39 19.13～24.74	1.06	近球形 subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹平行 striate, striates parallel each other	II:15～16
Laurocerasus undulate	24.53 22.19～26.78	21.83 19.89～23.46	1.12	近球形 subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹交错 striate, striates interlocking	II:17～18
Pygeum lancilimbum	29.70 26.78～31.88	27.92 26.01～30.60	1.06	近球形 subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹弯曲 striate, striates curved	II:19
Maddenia hypoxantha	25.70 23.45～28.56	26.65 18.36～30.6	0.96	近球形 subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	三孔沟 3-colporate	条纹状，条纹弯曲 striate, striates curved, some as small spindle	II:21～22

在 Prunoideae 中，亚科下分族分属尤其是广义和狭义 *Prunus* 的划分不同学者出入颇大。我们研究的属数虽多，但由于条件限制，种数较少，故不能针对此问题作深入讨论。但从我们的观察结果可见，广义 *Prunus* 诸属中，*Armeniaca mume* 的外壁纹饰最特殊，条纹成束状，每束又形成纺锤状。其它属种在条纹的长短、粗细、走向方面又各有特点，值得进一步深入探究。蔡继炯等（1986）曾报道 *Armeniaca mume* 的外壁纹饰为脑纹状，与我们的结果有所不同。

Exochorda 是系统位置上有争议的一个类群，一种意见将其置 Spireaoideae（Focke，1894；俞德浚，1974；Challice，1981；Kalkman，1988；陆玲娣，1996），另一种意见将其移置 Prunoideae（Stebbins，1958；Goldblatt，1976；Zhang，1992；Takhtajan，1997）。经观察其花粉的外壁纹饰为条纹状，但条纹排列不平行（图版 II：20），纹饰同 Prunoideae 中较原始的类群如 *Laurocerasus* 很相近，结合细胞学证据（Darlington et Wylie，1955）支持将 *Exochorda* 移置至 Prunoideae 之下。

致谢　本研究承蒙中国科学院昆明植物研究所标本馆支持部分花粉材料，樊熙楷高级工程师协助进行扫描电镜观察和照相。

图版说明（Explanation of Plates）

Plate I　1～3. *Princepia utilis*；4～7. *Sinoplagiospermum uniflora*；8～10. *Amygdalus davidiana*.

Plate II　11～12. *Armeniaca mume*；13～14. *Cerasus cerasoides*；15～16. *Padus nepaulensis*；17～18. *Laurocerasus undulata*；19. *Pygeum lancilimbum*；20. *Exochorda racemosa*；21～22. *Maddenia hypoxantha*.

参考文献

王伏雄，钱南芬，张玉龙等，1991. 中国植物花粉形态. 北京：科学出版社

中国科学院植物研究所古植物研究室孢粉组译，1980. 孢粉学译丛，第一集. 北京：科学出版社

吴征镒，1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究，增刊 IV：120

陆玲娣，1996. 中国蔷薇科绣线菊亚科的演化、分布——兼论世界绣线菊亚科植物的分布. 植物分类学报，**34**（4）：361～375

俞德浚，陆玲娣，谷粹芝等，1974. 中国植物志第三十六卷. 北京：科学出版社

俞德浚，陆玲娣，谷粹芝等，1986. 中国植物志第三十八卷. 北京：科学出版社

俞德浚，1984. 蔷薇科植物的起源和进化. 植物分类学报，**22**（6）：431～444

蔡继炯，俞中仁主编，1986. 蜜源植物花粉形态与成分. 杭州：浙江科学技术出版社

Brummitt R K，1992. Vascular Plant Families and Genera. Roy. Bot. Gard. Kew，UK

Challice J S，1981. Chemotaxomomic studies in the family Rosaceae and the evolutionary origins of the subfamily Maloideae. Preslia，**53**：289～304

Darlington C D，Wylie A P，1955. Chromosome atlas of flowering plants. George Allea and Unwin London

Erdtman G，1952. Pollen morphology and plant taxonomy－Angiosperms，Almqvist & Wiksells，Stockholm

Focke W Q，1894. Rosaceae. In：Engler & Plantl eds. Die Naturlichen Pflanzenfamilien. Leipzig：Verlag von Wilhelm Engelmann，III. 3：1～61

Goldblatt P，1976. Cytotaxonomic studies in the tribe Quillajeae（Rosaceae）. *Annals of the Missouri Bot Gard*，**63**：20～206

Hebda，R J，Chinnappa，C C and Smith，B M，1988. Pollen morphology of the Rosaceae of western Canada. *Grana*，**27**：95～113

Hutchinson J，1964. The Genera of flowering plants，1. Oxford：Clarendon Press

（下转 217 页）

✻✻

(上接 211 页)

Kalkman C, 1988. The phylogeny of the Rosaceae. *Bot Jour Linn Soc*, **98**: 37 ~ 59

Oliver, 1886. Plagiospermum sinense. *Hooker's Icog Plant*, **16**: t.1526

Rehder, 1915. Subfam. Prunoideae. Sarg.Pl.Wils.2: 344 ~ 345

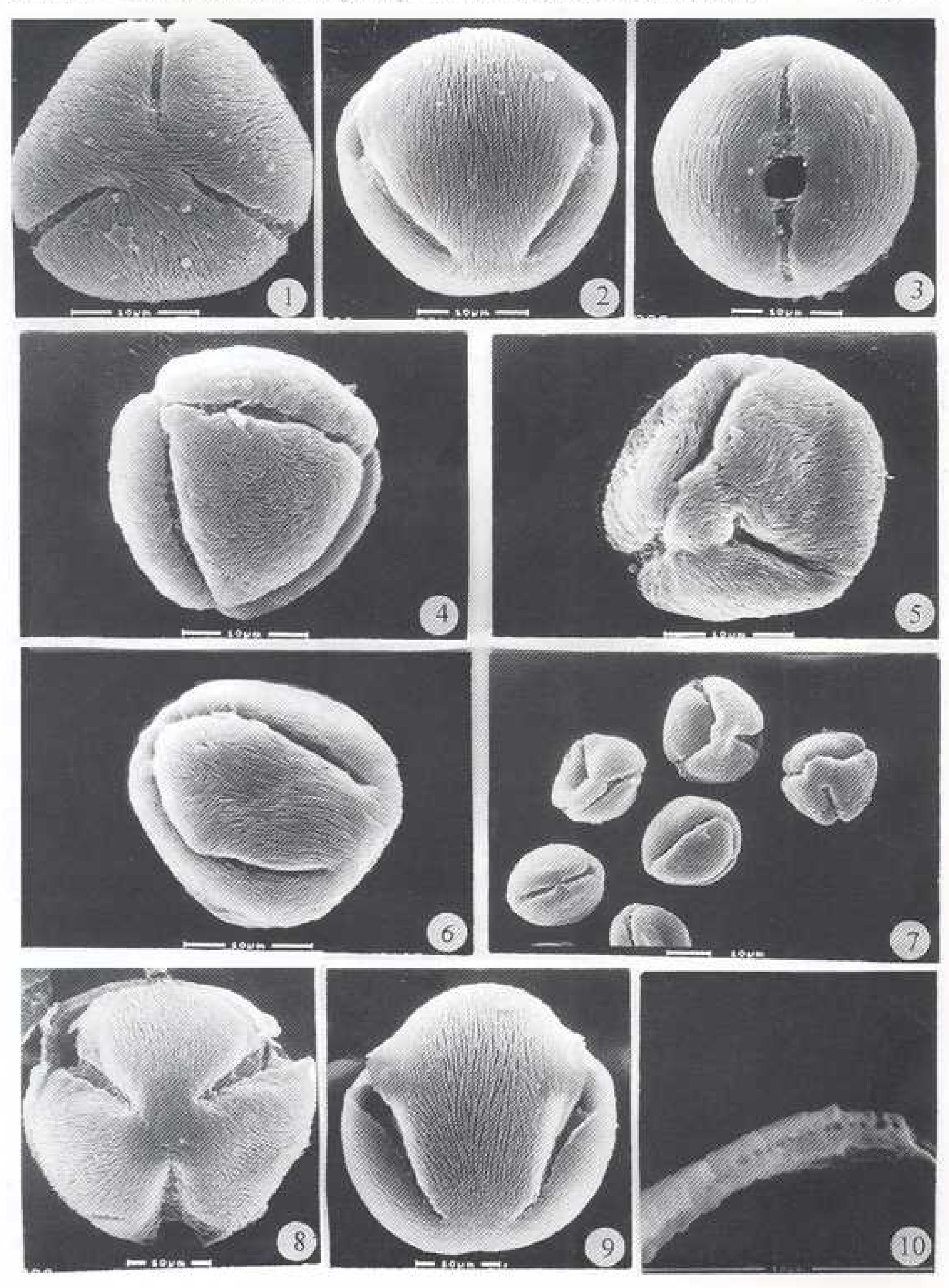
Rauschert, 1982. Nomina nova generica et combinationes novae spermatophytorum et pteridophytorum. *Taxon*, **31** (3): 561

Stebbins G L, 1958. On the hybrid origin of the Angiosperms. *Evolution*, **12**: 267 ~ 270

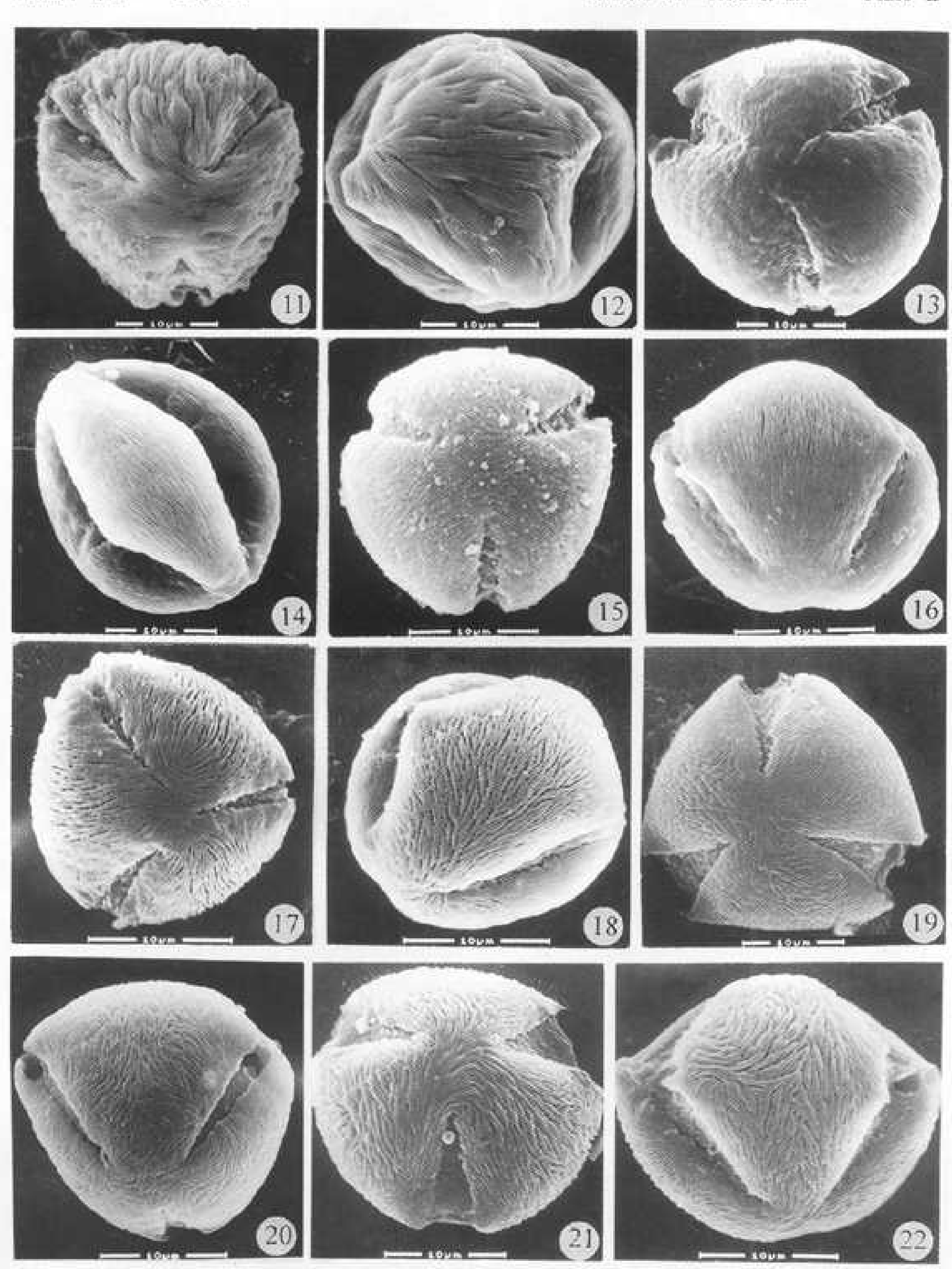
Stering, C, 1963. The affinities of Prinsepia (Rosaceae) . *Amer J Bot*, **50**: 693 ~ 699

Takhtajan A L, 1995. Dictionary of generic names of seed plants. Columbia Univ. PressTakhtajan, A L, 1997. Diversity and classification of flowering plants. Columbia Univ. Press

Zhang S Y, 1992. Systematic wood anatomy of the Rosaceae. *Blumea*, **37**: 81 ~ 158



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text